УДК 004.94:004.896

Е. В. Шкурников

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ТОЧЕК В ПРЕДЕЛЬНОЙ ПЕТЛЕ ГИСТЕРЕЗИСА ПРИ ПОМОЩИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ

Рассмотрены методы локализации точек в предельной петле гистерезиса при помощи специализированной компьютерной системы.

Ключевые слова: *модель Джилса — Аттертона, петля гистерезиса, локализация точек, компьютерная система*

1. Введение

Развитие систем автоматического проектирования радиоэлектронных устройств привело к увеличению потребностей в качественных математических моделях. Практически все известные виды вторичных источников питания содержат в своем составе электромагнитные компоненты, такие как трансформаторы и индукторы. Обычно эти компоненты изготавливаются с использованием различных магнитных материалов, позволяющих улучшить их электрические параметры, а также уменьшить размеры и массу.

2. Постановка задачи

В настоящее время перед разработчиками при разработке устройств стоит сложная задача определения, в первую очередь, наиболее подходящей марки ферримагнетика (по кривым намагничивания) исходя из параметров схемы, а во вторую очередь, поиска параметров математических моделей для моделирования. В настоящее время в большей части систем автоматического проектирования используется модель Джилса — Аттертона [1, 2].

3. Основная часть

Для определения параметров модели Джилса — Аттертона [3, 4], специализированной компьютерной системе требуется предельная петля гистерезиса. Используя обратную задачу расчета магнитных цепей [5] можно определить значения $B_{\min}$, $H_{\min}$, $B_{\max}$, $H_{\max}$, и несколько переменных в диапазоне от $B_{\min} \ldots B_{\max}$ и от $H_{\min} \ldots H_{\max}$. То есть мы можем построить предельную петлю и убедится, что все точки находятся внутри предельной петли. Для этого используем задачу о локализации точки из вычислительной геометрии. Задачи локализации точки можно также с полным основанием назвать задачами о принадлежности точки. В самом деле, утверждение «точка *p* лежит в области *R*» синонимично утверждению «точка *p* принадлежит области *R*». Трудоемкость решения этой задачи, безусловно, будет существенно зависеть от природы пространства и от способа его разбиения. Даны выпуклый многоугольник *P* и точка *z*; определить, находится ли *z* внутри *P*.

Проведем через точку *z* горизонталь *l* (рис. 2). По теореме Жордана внешняя и внутренняя области *P* хорошо определены. Если *l* не пересекает *P*, то *z* — внешняя точка. Поэтому пусть *l* пересекает *P*, и рассмотрим вначале случай, когда *l* не проходит ни через одну из вершин *P*. Пусть *L* — число точек пересечения *l* с границей *P* слева от *z*. Поскольку *P* ограничен, левый конец *l* лежит вне *P*. Будем двигаться вдоль *l* от $-\infty$ направо вплоть до *z*. На самом левом пересечении *l* с границей *P* мы попадем внутрь *P*, на следующем пересечении выйдем наружу и т. д. Поэтому *z* лежит внутри тогда и только тогда, когда *L* нечетно. Теперь рассмотрим вырожденный случай, когда *l* проходит через вершины *P*. Бесконечно малый поворот *l* вокруг *z* против часовой стрелки не изменит классификации (внутри/вне) точки *z*, но устранит вырожденность. Итак, вообразив реализацию этого бесконечно малого поворота, мы увидим: если обе вершины ребра принадлежат *l*, то это ребро следует отбросить; если же ровно одна вершина ребра лежит на *l*, то пересечение будет учтено, когда эта вершина с большой ординатой, и игнорируется в противном случае [6].

На рис. 1 изображена полная петля гистерезиса и простой многоугольник для локализации точек. Изменяя аргументы по формулам аналитической модели для аппроксимации петли гистерезиса исходя из классификации петель [7], определим многоугольник KLMN (многоугольник KLMN может иметь больше вершин зависимости от типа петли гистерезиса) и локализуем точки ($B_{\min} \ldots B_{\max}$), ($H_{\min} \ldots H_{\max}$). После описанных выше действий полученная предельная петля гистерезиса.

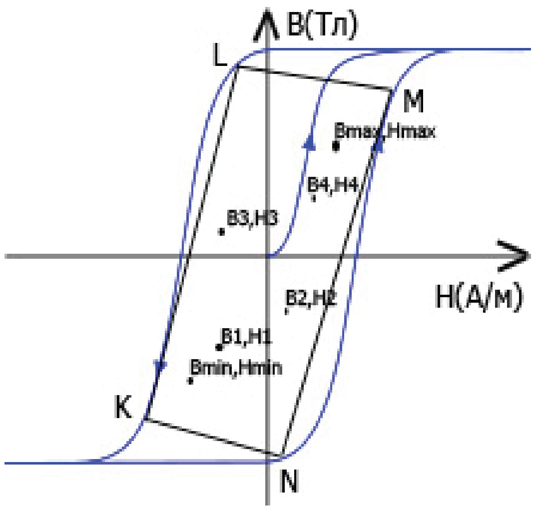

Рис. 1. Петля гистерезиса и простой многоугольник

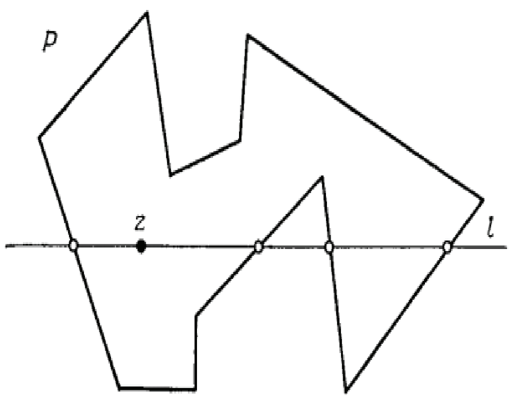

Рис. 2. Решение задачи о локализации точек для принадлежности точки простому многоугольнику

Литература

1. Jiles D. C. Theory of ferromagnetic hysteresis [Text] / D. C. Jiles, D. L. Atherton // Magnetism and magnetic materials. — 1983. — vol. 61. — pp. 48—68.
2. Новиков А. А., Амелина М. А. Конспект лекций по курсу «Математическое моделирование». Часть 1, 2, 3. — Смоленск, 2006. — 464 с.
3. J. Kennedy, R. C. Eberhart, «Particle swarm optimization» // In Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, 1995. — C. 1942—1948.
4. Введение в ГА и Генетическое программирование. [Электронный ресурс]: Algolist.manual.ru. — Режим доступа: http://algolist.manual.ru/ai/ga/intro.php, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.
5. Магнитные цепи при постоянной магнитодвижущей силе (МДС). Конспект лекций. [Электронный ресурс]: http://fn.bmstu.ru. — Режим доступа: http://fn.bmstu.ru/electro/new_site/lectures/lec%206/main.htm, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус.
6. Препарата Фм. Шеймос М. «Вычислительная геометрия: Введение»: пер. с англ. — М. : Мир, 1989. — 478 с.
7. Analytical model for the approximation of hysteresis loop and its application to the scanning tunneling microscope / Rostislav V. Lapshin // Review of Scientific Instruments. — 1995. — vol. 66. — pp. 4718—4730.

ЛОКАЛІЗАЦІЯ ТОЧОК У ГРАНИЧНІЙ ПЕТЛІ ГИСТЕРЕЗІСУ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

Є. В. Шкурников

Розглянуто методи локалізації точок в граничній петлі гістерезису за допомогою спеціалізованої комп'ютерної системи.

Ключові слова: модель Джілса — Аттертон, петля гістерезису, локалізація точок, комп'ютерна система.

Євген Вікторович Шкурников, *програміст, ТОВ «Генстар», м. Київ, вул. Кринична, 2,* ***тел.: (099) 931-93-42, e-mail: nikshev@i.ua.***

DETERMINATION POINTS IN HYSTERESIS LOOP USING SPECIALIZED COMPUTER SYSTEM

E. Shkurnikov

Considered methods determination of points in hysteresis loop using specialized computer system

Keywords: Jiles — Atherton model, hysteresis loop, determination points, computer system.

Eugene Shkurnikov, *programmer, LTD «Genstar», Kyiv, Krynichaya, 2,* ***tel.: +38(099) 931-93-42, e-mail: nikshev@i.ua.***